

国 际 电 信 联 盟

ITU-R

国际电联无线电通信部门

ITU-R S.1003-2 建议书
(12/2010)

对地静止卫星轨道的环保问题

S 系列
卫星固定业务



国际电信联盟

前言

无线电通信部门的作用是确保所有无线电通信业务，包括卫星业务，合理、公平、有效和经济地使用无线电频谱，并开展没有频率范围限制的研究，在此基础上通过建议书。

无线电通信部门制定规章制度和政策的职能由世界和区域无线电通信大会以及无线电通信全会完成，并得到各研究组的支持。

知识产权政策 (IPR)

ITU-R的知识产权政策在ITU-R第1号决议附件1引用的“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策”中做了说明。专利持有者提交专利和许可声明的表格可从<http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>获得，该网址也提供了“ITU-T/ITU-R/ISO/IEC共同专利政策实施指南”以及ITU-R专利信息数据库。

ITU-R 建议书系列

(可同时在以下网址获得：<http://www.itu.int/publ/R-REC/en>)

系列	标题
BO	卫星传输
BR	用于制作、存档和播放的记录；用于电视的胶片
BS	广播业务(声音)
BT	广播业务(电视)
F	固定业务
M	移动、无线电测定、业余及相关卫星业务
P	无线电波传播
RA	射电天文
RS	遥感系统
S	卫星固定业务
SA	空间应用和气象
SF	卫星固定和固定业务系统之间频率共用和协调
SM	频谱管理
SNG	卫星新闻采集
TF	时间信号和频率标准发射
V	词汇和相关课题

注：本ITU-R建议书英文版已按ITU-R第1号决议规定的程序批准。

电子出版
2011年，日内瓦

© ITU 2011

版权所有。未经国际电联书面许可，不得以任何手段复制本出版物的任何部分。

ITU-R S.1003-2 建议书*

对地静止卫星轨道的环保问题

(ITU-R 第34/4号课题)

(1993-2003-2010年)

范围

本建议书就对地静止卫星轨道内的卫星处置轨道给出了指导意见，并就因卫星数量的增加及其相关发射所导致的碎片增加问题发表了意见。

国际电联无线电通信全会，

考虑到

- a) 对地静止卫星轨道（GSO，见图1）是一种独特的资源，它可为操作者带来显著的好处，这体现在以下各个方面：空间站管理要求、地面能见度和覆盖、无需跟踪小型地球站天线设施以及相对良性的轨道环境；
- b) 在出现轨道碰撞的情况下卫星的生存机会甚小；
- c) 在轨道中的碰撞可使卫星丧失通信功能，或至少出现功能退化；
- d) 因碰撞或爆炸导致的卫星解体将在轨道上产生碎片云，此云团将在轨道周围消散，这将增加在此轨道区内的碰撞概率；
- e) 在寿命结束后漂浮于GSO中的卫星可能会阻碍有源卫星的射频（RF）链路，

作出建议

- 1 在卫星入轨期间释放的GSO区域中的碎片应尽可能少；
- 2 应尽全力缩短GSO轨道高度附近的远地点的椭圆转移轨道中的碎片的寿命；
- 3 在其推进器耗尽之前，应从GSO轨道区中移走寿命即将结束的对地静止卫星，以便在其轨道扰动力的影响下，令其在随后留在一个近地点不小于对地静止轨道高度以上200 km的一个轨道中（见附件1）；
- 4 在将卫星移至死亡轨道时应特别谨慎，已避免对有源卫星产生RF干扰。

* 应提请无线电通信第5、6和7研究组注意本建议书。无线电通信第7研究组应被提请讨论以下议题：如何防止航空器的对地静止弧中存储的物质或转移阶段的器件对工作中的航空器产生不利影响。

附件1

对地同步轨道的环保问题

在2010年，在GSO附近约有1 100部已知的航空器和火箭体，其中约有三分之一目前仍处于运行状态。

囿于地球观测的分辨率，对地球静止环境的了解仍很有限，目前可探测并跟踪的（在最佳条件下）最小GSO物体略小于1 m；相比之下，对低地球轨道上的物体而言，只要其尺寸大于30 cm便可基本确知并对其加以编目，而对尺寸小至5 mm的物体而言，其高度和倾角等特性亦可通过统计手段得出。对操作者而言，对不受RF控制的航空器或物体的位置的了解远不如其对有源航空器的位置的了解。

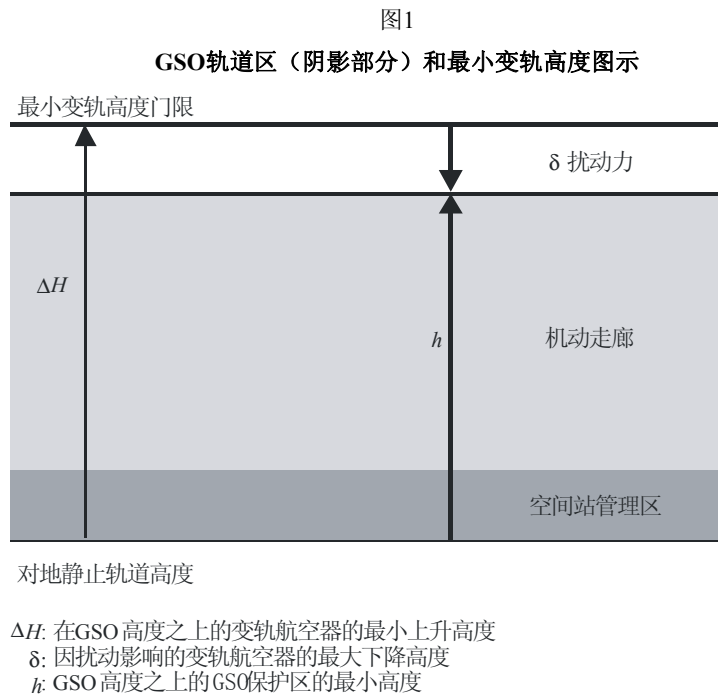
爆炸碎片对运行中的航空器意味着风险，此类爆炸类碎片源自火箭体中的残余推进剂和气体，偶尔也源自电池中存储的能量。此外，完整航空器之间的碰撞产生的碎片也带来同样的风险。同时，当某一碎片与一部完整航空器或另一碎片碰撞时，也会产生更多的碎片，近年来，由于一系列事件的影响，在某些高度大大增加了上述碰撞的风险。在《太空监测目录》中，约有60%的物体为太空碎片。在地球静止区域中已确定了两类碎片，且这两类碎片均被定性为爆炸事件的产物。由于在特定高度的观测方法存在局限性，很可能还有其它类似事件未被检测到。

尽管对地静止轨道中的碰撞不会像低地球轨道上的碰撞那样产生极端后果（其特定冲击速度可达到500 m/s的数量级），此类碰撞仍可对轨道系统造成重大损害。

鉴于目前航天推进系统的局限性（主要体现在比冲方面），不可能从GSO高度收回物体或在其使用寿命结束时将其返回地球。因此，可在GSO上面、下面和周围建立一个保护区，此保护区将定义在其中驻留和运行的卫星的标称轨道特征。为避免在此区域聚集过多的非功能性物体，以及避免因航空体密度过高导致碰撞风险的增加，卫星应在其使用寿命结束时移出此区域。为确保这些物体不会对进入GSO的卫星产生碰撞危险，应将其移至高于GSO轨道区的位置（而非降低其高度）。目标处置高度应足够高，在扰动力的影响下，卫星不能干扰GSO轨道区中现有卫星的运行。GSO轨道区既包含了GSO（运行中的空间站管理区），又包含了直接位于GSO之上的机动走廊，并可达到GSO高度以上的200 km高度处（如图1所示）。

相关基本要求为：在被处置到一个更高的轨道中后，将受到扰动力影响的航空器绝不能重新迁移到GSO轨道区中：

$$\Delta H > h + \delta \quad (1)$$



S.1003-02

1 对超同步轨道卫星的扰动

进入完全位于GSO之上的的高度的轨道的卫星的运动将会定期受到扰动，这是由于以下因素的影响：

- 地球的非球面引力的影响；
- 太阳和月亮的引力；
- 太阳的辐射压力。

经验表明，总的轨道扰动 δ 可由二部分组成。周期引力扰动的共同影响对任一圆形轨道中的卫星而言（偏心率小于0.003）不应超过35 km或；

$$\delta_{grav} < 35 \text{ km} \quad (2)$$

对偏心率更高的处置轨道而言，扰动效应可能超过35 km。

太阳辐射压力（SRP）的最大扰动程度将取决于卫星的个别特性，并符合以下不等式（单位为km）：

$$\delta_{SRP} < 1\,000 C_r A/M \quad (3)$$

其中：

$$\delta = \delta_{grav} + \delta_{SRP}$$

C_r : 卫星寿命之初的反射率系数，视其表面特性不同介于1和2之间

A : 暴露于太阳下的卫星视界面积（ m^2 ）

M : 卫星的干质量（kg）。

(A/M 的取值介于0.01和0.1之间，这取决于卫星的特性。)

等式(1)、(2)和(3)共同给出了GSO高度之上的最低变轨近地点高度要求，以确保卫星在寿命终了处置之后不会返回GSO保护区，此保护区在对地静止轨道高度之上的200 km处。

$$\Delta H > 235 + 1\,000 C_r A/M \quad (4)$$

偏心率 <0.003 。

较低的处置轨道近地点高度仍将在至少100年内避开GSO轨道区，当轨道平面与拱点线恰好排成一行时，这是有可能实现的。

2 燃料预算和余量

我们鼓励航空器操作者对所使用的机载推进剂进行监测，以保证有足够燃料来实现卫星在寿命终了时所需的移动。现已认识到，GSO中现有的一些工作中的卫星可能很难实现此目标，且这可能会增加碰撞风险。此外，建议在燃料预算中留出一定的余量，以帮助修正轨道测定方面的不准确性和可能的执行误差。

建议采取一种多重机动策略，以将轨道的近地点提升至所预测的最小高度，从而最大限度地减少由于操作不当或燃料余量不足导致的推进系统故障的影响。

一旦已达到最低近地点高度，应继续采取多重机动战略，即逐步提升轨道的近地点，并酌情尽可能利用所有剩余的推进剂和加压剂。一旦剩余的推进剂和加压剂已用完，则所有其它星载卫星能量来源应被钝化（如电池陀螺），以避免产生碎片的可能性。
